

(11)特許出願公開番号

特開2001-6265

(P2001-6265A)

(43)公開日 平成13年1月12日(2001.1.12)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード ⁸ (参考)
G 1 1 B 19/20		G 1 1 B 19/20	J 5 D 1 0 9
F 1 6 F 15/14		F 1 6 F 15/14	A
15/31		15/31	E
15/32		15/32	K

審査請求 未請求 請求項の数 7 O.L (全 9 頁)

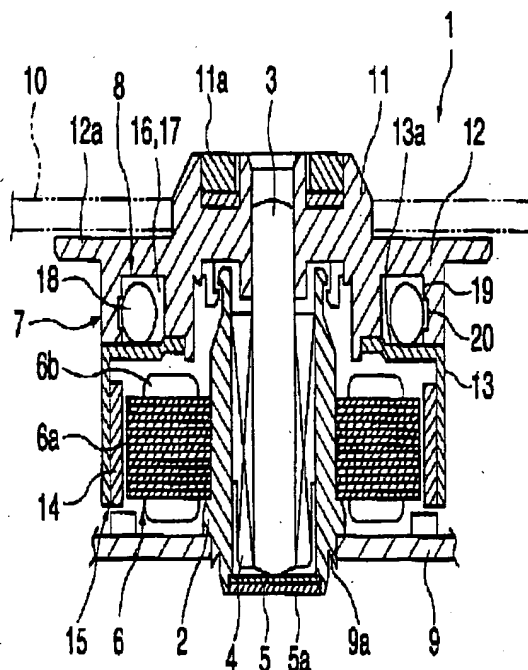
(21)出願番号	特願平11-175444	(71)出願人	000232302 日本電産株式会社 京都市右京区西京極堤外町10番地
(22)出願日	平成11年6月22日(1999.6.22)	(72)発明者	大澤 晴繁 滋賀県愛知郡愛知川町中宿248 日本電産株式会社滋賀技術開発センター内
		(72)発明者	母良田 直樹 滋賀県愛知郡愛知川町中宿248 日本電産株式会社滋賀技術開発センター内
		(74)代理人	100067828 弁理士 小谷 悦司 (外2名)
			Fターム(参考) 5D109 DA11

(54) 【発明の名称】 回転バランス修正装置およびディスク駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 バランス性能をより向上させる。

【解決手段】 球体18は中空路17内の底面に接することなく、中空路内壁面の環状外周側内壁面19に形成された縦断面コ字状の溝20に沿ってバランス方向に移動するため、球体は開口角部との2点で接触して転動し、従来のような球体18の転動による下面との滑り摩擦は発生せず、球体18のバランス方向への移動がスムーズになる。また、中空路内壁面のうち環状外周側内壁面19が硬質材料で構成されているため、球体18との接触が点接触で済み、従来の柔らかい制振材と球体とが面接触の場合に比べて、球体18のバランス移動がスムーズで、バランス性能をより向上させ得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 円環状をなし、円環内外周側および上下側が壁で囲繞された縦断面形状を有する中空路と、該中空路内に収納され周方向に転動自在な複数の球体とを有する回転バランス修正装置において、前記円環外周側の壁は、前記球体と2箇所点接触する各角部が全周に亘って平行に連続形成された当接部を備え、前記各角部は、前記球体の直径より短い寸法だけ離間して配設され、回転軸心と平行な方向における前記2箇所の中間点に対応した位置と前記上下側の壁との各距離が共に少なくとも前記球体の半径より大きく設定されていることを特徴とする回転バランス修正装置。

【請求項2】 前記角部間が凹形状であることを特徴とする請求項1記載の回転バランス修正装置。

【請求項3】 前記角部間が回転径方向外側に開口していることを特徴とする請求項1記載の回転バランス修正装置。

【請求項4】 前記円環外周側から内周側にかけて前記下側の内壁面が下方に傾斜していると共に、前記内周側の内壁面の周方向に一または複数の角部が設けられたことを特徴とする請求項1～3の何れかに記載の回転バランス修正装置。

【請求項5】 前記内周側の内壁面の平面形状は多角形状および放射形状の何れかであることを特徴とする請求項4記載の回転バランス修正装置。

【請求項6】 請求項1～5の何れかに記載の回転バランス修正装置が回転体側に取り付けられていることを特徴とするディスク駆動装置。

【請求項7】 前記回転体は上側ケース部材と下側ケース部材からなり、これらの間に回転バランス修正装置が設けられたことを特徴とする請求項6記載のディスク駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えばCD-ROMやDVD（デジタルビデオディスク）などのディスク状情報記録媒体の回転駆動時における重量的なアンバランスを自動調整する回転バランス修正装置およびこれを用いたディスク駆動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、この種の回転バランス修正装置はディスク駆動装置としての記録装置用モータなどに適用されている。回転バランス修正装置が、例えば特開平10-281227号公報に提案されている。この公報記載の装置は、モータの回転軸に同芯状に固定された環状体の内部に円環状空洞部を有し、この円環状空洞部内に周方向に移動可能に複数のバランスウェイト（球体）が収納されている。また、この円環状空洞部内面の外周側に、縦断面がV字状の溝が施されたゴムなどの柔軟な制振材を付設することで、高速回転移行時における balan

スウェイトの環状空洞部内面との衝突音を抑制している。

【0003】 図11は従来の他の回転バランス修正装置の一部透視模式図を示している。図11に示すように、軸心CLを回転中心としたモータ回転時に、球体51は、円環状の移動空間内壁の外周面52に沿って接点53で接触しつつ、回転中心Lの周りに転動してバランス方向に移動する。この場合、回転中心Lと一致する、球体51との下面接点54では、バランス移動の際に滑り摩擦が発生している。この滑り摩擦によって移動空間内でのバランス球51のスムーズな移動が阻害されている。

【0004】 これを解決する回転バランス修正装置が、特開平10-340528号公報に提案されている。即ち図12の縦断面図に示すように球体61の移動空間62内における円環外周側の内壁面には、開度の大きい横倒しのV字状溝が形成されている。軸心CLを回転中心としたモータ回転時に、球体61がV字状溝の上側面63と下側面64との2点に対して押圧状態で接触し、かつ上下方向への移動が規制された状態でバランス方向に移動するようになっている。このようにして、球体61の底面との接触をなくして転動による滑り摩擦をなくすることで全体の摩擦を低減し、球体61のスムーズなバランス移動を実現させて、より安定したバランス補正を行っていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上記特開平10-281227号公報に記載の装置では、V字状溝を施した制振材がゴムなどの変形しやすい柔軟材であるため、バランスウェイト（球体）と制振材との押圧状態では面接触となる。このため、滑り摩擦が大きくなって、バランスウェイトの移動空間内でのスムーズな移動が困難となり、バランス性能の低下につながるという問題があった。

【0006】 また、特開平10-340528号公報に記載の装置では、高速回転時には、球体61はV字状溝の上側面63と下側面64に当接した安定位置で当接するものの、低速回転時には、図12の仮想線に示すように球体61は下側面64の傾斜面上にあって、自重と遠心力の釣り合った途中位置で転動することになり、バランス移動が不安定なものとなっている。また、図13に示すように、上側面63と下側面64の斜面に対する面加工状態（面粗さ）や斜面位置精度（面公差）65の確保が困難で、球体61の位置が定まらずバランス移動が不安定なものとなる。さらに、図14に示すように、急な回転加速時に球体61がV字状溝の下側面64を勢いよく上って上側面63と衝突し、その勢いで跳ね返されて下降することが繰り返されて不安定な振動状態に陥る危険性もある。この球体61の振動が生じている間、球体61の位置がなかなか安定化せず、球体61のスムー

ズな移動が阻害され、バランス性能が低下するという問題があった。

【0007】本発明は、上記従来の問題を解決するもので、バランス性能をより向上させることができる回転バランス修正装置および、これを用いたディスク駆動装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の回転バランス修正装置は、円環状をなし、円環内外周側および上下側が壁で囲繞された縦断面形状を有する中空路と、この中空路内に収納され周方向に転動自在な複数の球体とを有する回転バランス修正装置において、円環外周側の壁は、球体と2箇所で点接触する各角部が全周に亘って平行に連続形成された当接部を備え、各角部は、球体の直径より短い寸法だけ離間して配設され、回転軸心と平行な方向における2箇所の中間点に対応した投影位置と前記上下側の壁との各距離が共に少なくとも球体の半径より大きく設定されていることを特徴とするものである。また、好ましくは、当接部の各角部間が、凹形状である溝で構成されている。さらに、溝間口幅 S は $(r1/r) \geq 略0.9$ を満足するように構成されている。ただし、 r は球体半径、 $r1$ は、溝間口幅 S に球体が嵌まり込んだときの球体転動回転軸から円環外周側の壁までの距離（接触半径）である。

【0009】この構成により、回転時に、球体は下側の内壁面に接することなく、環状外周側の内壁面に形成された当接部に沿って周方向に移動するため、球体は当接部角の2点のみで接触して転動し、従来のような球体の転動による下面との滑り摩擦は発生せず、全体として球体の移動に伴う摩擦抵抗が低減される。よって、球体のバランス方向への移動がスムーズになって、バランス補正精度が向上し、ディスク駆動装置の回転体やディスク自体の振動が軽減されて、より高精度のデータの書き込みや読み出しが可能となる。また、少なくとも各角部が球体と点接触可能な硬質材料で構成されているため、従来の柔らかい制振材と球体とが面接触の場合に比べて摩擦抵抗が少なく、球体のバランス移動がスムーズで、バランス性能がより向上する。さらに、当接部の各角部に球体が嵌まり込んで位置決めされた状態でバランス移動するため、従来のように傾斜面によって球体のバランス移動が不安定にならず、バランス性能が向上する。

【0010】また、好ましくは、本発明の回転バランス修正装置において、角部間が回転径方向外側に開口している。この当接部（開口部）は隙間部で構成されている。隙間部の上側の部材と下側の部材とが別部材の場合、各部材が芯ずれしても隙間内に球体が常に嵌まり込むようにするべく、隙間部上側の円環外周側内壁面の回転半径を隙間部下側の円環外周側内壁面の回転半径よりも若干大きい寸法に構成している。

【0011】この構成により、角部間が回転径方向外側

に開口（隙間）して貫通していれば、中空路内外が開口部を通して空気流通があるため、外部にある空気（気体）を利用して、球体に空気ダンピング（減衰）力を利用させることができ、球体の自励振動の発生を防止でき、より安定な回転を得ることができる。また、回転時に発生する開口部を通った空気流で、集まってきた球体が離反しやすいことから、適正バランス位置に球体を容易に移動可能となる。

【0012】また、好ましくは、本発明の回転バランス修正装置において、円環外周側から内周側にかけて下側の内壁面（底面）が下方に傾斜していると共に、円環内周側の内壁面の周方向に一または複数の角部が設けられている。この円環内周側の内壁面の平面形状は多角形状および放射形状（星形状を含む）の何れかである。

【0013】この構成により、回転停止時には、複数の球体は傾斜底面によって環状内周側の内壁面側に移動するが、このとき、複数の球体が互いに磁気吸着している内側面角部で、球体の磁気吸着を解除（離反）させてイニシャライズさせることが可能となる。

【0014】また、本発明のディスク駆動装置は、請求項1～5の何れかに記載の回転バランス修正装置が回転体側に取り付けられている。

【0015】この構成により、バランス性能をより向上させた本発明の回転バランス修正装置がディスク駆動装置に適用されると、回転時のディスク駆動装置およびディスク自体の振動が低減される。

【0016】また、好ましくは、本発明のディスク駆動装置における回転体は上側ケース部材と下側ケース部材からなり、これらの間に回転バランス修正装置が設けられている。

【0017】この構成により、上側ケース部材に下側ケース部材を取り付けるときに、回転バランス修正装置の組み立てができると共に、各部材が上下に分かれている分、加工も容易であるため、本発明の回転バランス修正装置がディスク駆動装置に容易に適用可能となる。

【0018】

【発明の実施の形態】（実施形態1）図1は本発明の実施形態1を示す回転バランス修正装置を組み込んだディスク駆動装置の縦断面図である。図1において、ディスク駆動装置1は、スリーブ部材2と、回転軸3と、スリーブ部材2と回転軸3間に設けられた軸受部4と、スラストプレート5と、スリーブ部材2の外周側のステータ6と、回転軸3の上部が固定された回転体としてのロータハブ7と、ロータハブ7内に設けられた回転バランス修正装置（以下バランサという）8とを有している。

【0019】スリーブ部材2は、固定フレーム9の取付孔9aに内嵌して立設固定されている。回転軸3は、スリーブ部材2の中央孔内に軸受部4を介して回転自在に支持されている。また、回転軸3は下端側がスラストプレート5に当接して下方向への移動が規制されている。

さらに、スラストプレート5はスラストワッシャー5aで固定されてスリーブ部材2の中央孔下端側を閉止している。さらに、ステータ6は、回転軸3に対して同芯状に配置され、スリーブ部材2の外周壁に固定されたステータコア6aにコイル6bが巻回されている。

【0020】ロータハブ7は、ディスク状情報記録媒体としてのディスク10の中央孔を中央突起11に嵌装して上面に載置保持するターンテーブル12aを持つ上側ケース部材12と、この上側ケース部材12の下方に取付けられ、ステータ6を覆う略断面L字状で円環状の下側ケース部材としてのヨーク部材13と、ヨーク部材13の内周に沿って一体的に固定され、ステータ6の外周面に対向する位置にロータマグネット14が円環状に配設されたロータ15とを有している。なお、中央突起11には磁石11aが設けられており、磁性材料で構成されたクランプ（図示せず）を磁石11aで吸着してターンテーブル12a上のディスク10を保持するようになっている。

【0021】また、上側ケース部材12の少なくとも円環外周側内壁面19の材質は、球体18から受ける遠心力によっても変形しないポリカーボネイトなどの硬度の高い樹脂材料や、ステンレス（SUS）材などの硬度の高い金属材料などの硬質材料で構成されている。具体的には、上ケース部材12は例えばポリカーボネイトで構成され、下ケース部材としてのヨーク部材13は磁性材料の例えばステンレス（SUS）材で構成されている。

【0022】バランス8は、上側ケース部材12の下面に形成された円環状溝16をヨーク部材13の上面で下方から閉止して形成される円環状の中空路（移動路）17と、中空路17内に周方向に移動可能に收容されたバランス部材としての鋼球よりなる複数の球体18とを有している。また、バランス8の組立は、複数の球体18を円環状溝16内に収納して、その円環状溝16の開口側をヨーク部材13の上面で下方から閉止してヨーク部材13の開口部と上側ケース部材12を中央部でかしめまたは接着剤などで固定すればよい。

【0023】中空路（移動路）17は、図2に示すように、円環状溝16の円環外周側の内壁面19、円環内周側の内壁面19a、上側の内壁面19bおよび、ヨーク部材13の上面を兼用した下側の内壁面（底面13a）で囲まれた縦断面形状を有している。円環外周側内壁面19には、縦断面形状がコ字状の当接部としての溝20が周方向に亘って形成されている。

【0024】溝20には、図2に示すように、球体18と上下の2箇所点接触する各角部20a、20bが円環外周側内壁面19の全周に亘って平行に連続形成されており、溝20で球体18を上下方向に規定した状態で案内する移動案内路を構成している。各角部20a、20bは、球体18の直径より短い寸法だけ離間して配設されており、回転軸心方向と平行な方向Yにおける各角

部20a、20bの中間点Y1に対応した投影位置Y2（溝20内に球体18が嵌まり込んだときの中心位置）と上下側の壁の位置Y3、Y4との各距離が共に少なくとも球体18の半径より大きく設定されている。

【0025】また、溝20は間口幅がSで深さがdに構成されている。この溝深さdは、球体18が溝幅Sの溝20に嵌まり込んだ場合に、球体18が溝20の底面に接触しない寸法であればよい。また、溝幅Sについては以下のようにして試算することができる。

【0026】図2に示すように、球体18に遠心力が加わったとき、球体18が溝20内を移動するには、下角部20aは球体18の中心よりも下方に位置しなければならず、従って、 $S=2h1$ のときには、球体18が溝20内に嵌まり込み、かつ下面13aに接触している状態である。ただし、図3に示すように、 $h1=r-h2$ である。rは球体18の半径、h2は底面13aから角部20aまでの高さである。したがって、球体18が溝20内に入るとき（仮想線の状態から実線の状態）に下面13aから離れるように設定（下面との非接触で滑り摩擦を解消）するので、条件式1として、溝幅 $S>2h1$ を満足する必要がある。

【0027】また、球体18が溝20内に深く嵌まり込むほど、球体18の傾斜の強い面で各角部20a、20bと点接触して、転がり摩擦が大きくなることから、転がり摩擦をできるだけ小さくするため、例えば $(r1/r) \geq 0.9$ を満足するように設定している。ただし、r1=球体18の接触半径（図2参照）とする。以上の式から、

$$r1 = \sqrt{(r^2 - S^2/4)}$$

$$(r1/r) = \sqrt{(1 - S^2/4r^2)} > 0.9$$

したがって、条件式2として $S < 2r\sqrt{(1 - 0.9^2)}$ = 0.872rが得られる。なお、上記したように、r1/rの値を転がり摩擦との関係で、「0.9」を採用したが、略「0.9」は、例えば「0.89」であっても「0.88」であってもよい。

【0028】「0.9」の値の根拠について説明する。転がり摩擦モーメントは、接触半径r1に反比例するため、球体18の中心から、できるだけ離れた位置で接触させる必要がある。一方、実験によれば、壁面状態などにより転がり摩擦は、10パーセント程度のバラツキがあるため、それと同程度の転がり摩擦を生じる範囲内であれば許容できるとして、上記バラツキの数値から略「0.9」とした。

【0029】ここで、球体18が溝開口角部20aに乗り上げるための、球体18の中心と下側の角部20aとの縦方向寸法h1の試算を行う。条件式3として、図3に示すように、モーメントFは、 $F = mR\omega^2$ を満足する。ただし、m=質量、R=回転半径、 ω =角速度である。

$$F \cdot r \sin \alpha \geq mg \cos \alpha$$

さらに、スラストプレート5はスラストワッシャー5aで固定されてスリーブ部材2の中央孔下端側を閉止している。さらに、ステータ6は、回転軸3に対して同芯状に配置され、スリーブ部材2の外周壁に固定されたステータコア6aにコイル6bが巻回されている。

【0020】ロータハブ7は、ディスク状情報記録媒体としてのディスク10の中央孔を中央突起11に嵌装して上面に載置保持するターンテーブル12aを持つ上側ケース部材12と、この上側ケース部材12の下方に取り付けられ、ステータ6を覆う略断面し字状で円環状の下側ケース部材としてのヨーク部材13と、ヨーク部材13の内周に沿って一体的に固定され、ステータ6の外周面に対向する位置にロータマグネット14が円環状に配設されたロータ15とを有している。なお、中央突起11には磁石11aが設けられており、磁性材料で構成されたクランプ（図示せず）を磁石11aで吸着してターンテーブル12a上のディスク10を保持するようになっている。

【0021】また、上側ケース部材12の少なくとも円環外周側内壁面19の材質は、球体18から受ける遠心力によっても変形しないポリカーボネイトなどの硬度の高い樹脂材料や、ステンレス（SUS）材などの硬度の高い金属材料などの硬質材料で構成されている。具体的には、上ケース部材12は例えばポリカーボネイトで構成され、下ケース部材としてのヨーク部材13は磁性材料の例えばステンレス（SUS）材で構成されている。

【0022】バランス8は、上側ケース部材12の下面に形成された円環状溝16をヨーク部材13の上面で下方から閉止して形成される円環状の中空路（移動路）17と、中空路17内に周方向に移動可能に収容されたバランス部材としての鋼球よりなる複数の球体18とを有している。また、バランス8の組立は、複数の球体18を円環状溝16内に収納して、その円環状溝16の開口側をヨーク部材13の上面で下方から閉止してヨーク部材13の開口部と上側ケース部材12を中央部でかしめまたは接着剤などで固定すればよい。

【0023】中空路（移動路）17は、図2に示すように、円環状溝16の円環外周側の内壁面19、円環内周側の内壁面19a、上側の内壁面19bおよび、ヨーク部材13の上面を兼用した下側の内壁面（底面13a）で囲まれた縦断面形状を有している。円環外周側内壁面19には、縦断面形状がコ字状の当接部としての溝20が周方向に亘って形成されている。

【0024】溝20には、図2に示すように、球体18と上下の2箇所点接触する各角部20a、20bが円環外周側内壁面19の全周に亘って平行に連続形成されており、溝20で球体18を上下方向に規定した状態で案内する移動案内路を構成している。各角部20a、20bは、球体18の直径より短い寸法だけ離間して配設されており、回転軸心方向と平行な方向Yにおける各角

部20a、20bの中間点Y1に対応した投影位置Y2（溝20内に球体18が嵌まり込んだときの中心位置）と上下側の壁の位置Y3、Y4との各距離が共に少なくとも球体18の半径より大きく設定されている。

【0025】また、溝20は間口幅がSで深さがdに構成されている。この溝深さdは、球体18が溝幅Sの溝20に嵌まり込んだ場合に、球体18が溝20の底面に接触しない寸法であればよい。また、溝幅Sについては以下のようにして試算することができる。

【0026】図2に示すように、球体18に遠心力が加わったとき、球体18が溝20内を移動するには、下部角部20aは球体18の中心よりも下方に位置しなければならず、従って、 $S=2h1$ のときには、球体18が溝20内に嵌まり込み、かつ下面13aに接触している状態である。ただし、図3に示すように、 $h1=r-h2$ である。rは球体18の半径、h2は底面13aから角部20aまでの高さである。したがって、球体18が溝20内に入るとき（仮想線の状態から実線の状態）に下面13aから離れるように設定（下面との非接触で滑り摩擦を解消）するので、条件式1として、溝幅 $S>2h1$ を満足する必要がある。

【0027】また、球体18が溝20内に深く嵌まり込むほど、球体18の傾斜の強い面で各角部20a、20bと点接触して、転がり摩擦が大きくなることから、転がり摩擦をできるだけ小さくするため、例えば $(r1/r) \geq 0.9$ を満足するように設定している。ただし、r1=球体18の接触半径（図2参照）とする。以上の式から、

$$r1 = \sqrt{(r^2 - S^2/4)}$$

$$(r1/r) = \sqrt{(1 - S^2/4r^2)} > 0.9$$

したがって、条件式2として $S < 2r\sqrt{(1 - 0.9^2)}$

$= 0.872r$ が得られる。なお、上記したように、r1/rの値を転がり摩擦との関係で、「0.9」を採用したが、略「0.9」は、例えば「0.89」であっても「0.88」であってもよい。

【0028】「0.9」の値の根拠について説明する。転がり摩擦モーメントは、接触半径r1に反比例するため、球体18の中心から、できるだけ離れた位置で接触させる必要がある。一方、実験によれば、壁面状態などにより転がり摩擦は、10パーセント程度のバラツキがあるため、それと同程度の転がり摩擦を生じる範囲内であれば許容できるとして、上記バラツキの数値から略「0.9」とした。

【0029】ここで、球体18が溝開口角部20aに乗り上げるための、球体18の中心と下側の角部20aとの縦方向寸法h1の試算を行う。条件式3として、図3に示すように、モーメントFは、 $F = mR\omega^2$ を満足する。ただし、m=質量、R=回転半径、 ω =角速度である。

$$F \cdot r \sin \alpha \geq mg \cos \alpha$$

$$F \geq mg / \tan \alpha$$

ただし、 α は、球体18の中心から溝開口角部20aと水平方向との為す角度である。なお、 α が小さいため、 $\tan \alpha$ は $h1/r$ と近似でき、この結果、 $R\omega^2 \geq gr/h1$ となる。したがって、球体18が溝開口角部20aに乗り上げる条件式4として、 $h1 \geq gr/R\omega^2$ 、 $h2 \leq r - gr/R\omega^2$ が得られる。

【0031】具体的に数値を挙げて、例えば $g=9.8 \text{ m/s}^2$ 、 $r=1.5 \text{ mm}$ 、 $R=14 \text{ mm}$ 、 $\omega=2\pi \cdot 20 \text{ rad/s}$ ($=1200 \text{ rpm}$) とすると、 $h1 \geq gr/R\omega^2 = (9800 \times 1.5) / (14 \times 1440)$ となって、 $h1$ は略0.07mmとなる。したがって、回転速度が1200rpmで、 $h1$ が0.07mmよりも大きいときに、または、 $h2$ が r (1.5mm) $- h1$ (0.07mm) よりも小さいときに、球体18が溝開口角部20aに乗り上げて溝20内に嵌まり込むことになる。

【0032】これと上記条件式1の $S > 2h1$ により、 $S > 0.14 \text{ mm}$ が得られる。また、上記条件式2から $S < 1.3 \text{ mm}$ が得られる。これらを合わせて溝幅 S の範囲を表わすと、 $0.14 \text{ mm} < S < 1.3 \text{ mm}$ が得られる。

【0033】上記構成により、バランサ8の動作について以下に説明する。まず、コイル6bへの通電によってステータ6およびロータ15の磁気回路部が作動して回転が開始され、複数の球体18は、所定の回転速度を超えると、遠心力によって底面13aから離れて溝20内に嵌まり込む。

【0034】このとき、回転体およびディスク10に重量的な不均一性があると、回転体やディスク10に振動が生じるが、各球体18は、上記振動を重量バランス的に相殺するべく偏った重心位置とは反対側の位置に向けて、溝20内に嵌まり込んで一列に並んだ状態で周方向に移動する。複数の球体18は、球体18同士の摩擦力および、球体18と溝20の開口角部との2接点での転がり摩擦力に抗して移動することになる。

【0035】この複数の球体18のバランス方向への移動によって、重量の不均一性（重心の偏り）が相殺されてバランス補正され、高速の定格回転時にもディスク駆動装置1の回転体およびディスク10の振動を抑制して安定な回転が得られることになる。

【0036】以上のように、本実施形態1によれば、球体18は中空路17内の底面に接することなく、中空路内壁面の環状外周側内壁面19に形成された縦断面コ字状の溝20に沿ってバランス方向に移動するため、球体は開口角部との2点のみで接触して転動し、従来のような球体18の転動による下面との滑り摩擦は発生しない。したがって、球体18の滑り摩擦による悪影響を解消できるため、全体としての移動による摩擦抵抗が低減されて、球体18のバランス方向への移動がスムーズに

なって、バランス補正精度が向上し、ディスク駆動装置1の回転体やディスク10の振動が軽減されて、より高精度のデータの書き込みや読み出しを行うことができる。また、中空路内壁面のうち環状外周側内壁面19が硬質材料で構成されているため、球体18との接触が点接触で済み、従来の柔らかい制振材と球体とが面接触の場合に比べて摩擦抵抗が少なく、球体18のバランス移動がスムーズで、バランス性能をより向上させることができる。さらに、溝20内に球体18が嵌まり込んで位置決めされた状態でバランス移動するため、従来のように傾斜面によって球体のバランス移動が不安定にならず、バランス性能をいっそう向上させることができる。

【0037】また、溝20の開口角部20a周りのモーメントを考慮して溝20の配設位置を設計すると、球体18が溝20内に嵌まり込んだ時点、つまり滑り摩擦がなくなつて転がり摩擦だけとなる摩擦低下時点の回転数を規定することができる。その所定回転数で球体18が溝20内に嵌まり込むように溝20の高さ位置を設計すれば、低速回転時でも高速回転時でも球体18が振動せず、より安定に回転駆動させることができる。

【0038】特に、危険回転速度以下において、球体18が溝20内に嵌まり込まないように溝20の高さ寸法を設計し、かつ、危険回転速度を超えたときに、球体18が溝20内に嵌まり込むように溝20の高さ位置を設計しておけば、危険回転速度以下ではバランス移動に対する摩擦がより働いてバランス効果を低下させることができ、危険回転速度以上では摩擦が減少してバランス移動がスムーズになってバランス効果を向上させることができる。このように、回転速度によってバランス効果を切換制御できる。

【0039】さらに、バランサ8は、従来の制振材を付設したものに比べて部品点数がより少なく構造が簡易である。また、バランサ8は、溝20が形成されている円環外周側内壁面19が硬質材料であるため、従来のようにゴムなどの柔らかい部材からなる制振材でできた環状体の取付作業（制振材の真円度およびモータ回転軸との同芯性を確保する取付位置の調整作業や固定作業）に比べて組立工数も少なくコスト面でも有利である。

【0040】なお、本実施形態1では、円環外周側内壁面19に形成された溝20の形状を縦断面コ字状に形成したが、これに限らず、図4に示すように円環外周側内壁面19に形成された溝20bの形状を縦断面V字状に形成してもよく、図5に示すように円環外周側内壁面19に形成された溝20cの形状を開放側（間口）が内側（回転中心側）に開く縦断面台形状（間口を広げて溝を直角に掘り下げない分だけ加工が容易である）に形成してもよく、さらに、図6に示すように円環外周側内壁面19に形成された溝20dの形状を球体18の曲率半径よりも小さい凹曲面（円弧形状溝）で形成してもよい。以上のように、溝形状や深さなどを正確に指定しなくて

もよいため、加工が容易でコストを下げるができる。

〔実施形態2〕本実施形態2では、詳細は後述するが、上記実施形態1の当接部として溝20の代わりに、円環状の隙間を設けた場合である。また、本実施形態2では、複数の球体の磁気による互いの吸着を離反するべく、中空路内の円環内周側内壁面形状に球体離反用の角部を設けた場合である。

【0041】図7は本発明の実施形態2における回転バランス修正装置を設けたロータハブの構成を模式的に示す縦断面図である。図7において、ロータハブ31は、上面がターンテーブル32aに構成された円板状の上ケース部材32と、上ケース部材32の下面側に取り付けられ、上記ステータ6を覆う略断面L字状で、外周上部に円環状凸部33を有すると共に、上面が中央側に向けて下方に傾斜した円環状の下ケース部材を構成するヨーク部材34とを有している。これらの上ケース部材32とヨーク部材34との間に円環状のバランス35が設けられている。

【0042】バランス35は、円環状空間である中空路（移動路）36と、中空路36内に周方向に移動可能に収容された鋼球よりなる複数の球体37とを有している。

【0043】中空路36は、上側ケース部材32の下面側外周縁部に開口する円環状溝を下方からヨーク部材34の上面で受けて球体移動路用の空間を構成している。この空間の内外に連通するように、円環状の当接部としての隙間38が、円環状溝の外周壁36aと円環状凸部33とが所定間隔を開けて対向して形成されている。中空路36内の円環外周側の内壁面は、球体37と点接触する隙間38の各角部38a、38bが全周に亘って平行に連続形成されている。この隙間38は、球体37の直径寸法に比べて小さい間口幅を有している。さらに、上記実施形態1と同様に、回転時に、球体37が各角部38a、38b間に嵌まり込んだときに、上下側の内壁面と非接触状態となるように構成している。球体37は、隙間38内に嵌まり込んで周方向にバランス移動するようになっている。

【0044】中空路36において、図8に示すように、外周壁36a側の内壁面直径D1と、円環状凸部33側の内壁面直径D2とを等しく構成してもよいが、外周壁36a側の内壁面直径D1の方が、円環状凸部33側の内壁面直径D2よりも若干大きく構成することが望ましい。これによって、上側ケース部材32とヨーク部材34とが芯ずれしても隙間38内に球体37が常に嵌まり込むようにすることができる。この直径差 Δ （ $=D1-D2$ ）は、例えば以下のようにして試算することができる。

【0045】 $\Delta 1$ は上記のような不具合が起こるときの芯ずれ量を示し、

$$\Delta 1 = r \cdot \cos \alpha - \sqrt{\{r^2 - (S - h_1)^2\}} = [r / \sqrt{\{1 + (h_1 / r)^2\}}] - \sqrt{\{r^2 - (S - h_1)^2\}}$$

従って、 $\Delta 1$ 以上の芯ずれが起きたときに、球体37がうまく隙間38内に入れなくなるので、球径に対し約5パーセント以上の余裕を持って、上側ケース部材32の外周壁側の内壁面直径D1を大きくすればよく、 $D1 = D2 + \Delta$ とすると、

$$\Delta / r = [1 / \sqrt{\{1 + (h_1 / r)^2\}}] - \sqrt{\{1 - (S - h_1)^2 / r^2\}} > 5 \text{ パーセント}$$

とすればよい。

【0046】また、中空路36の内周壁（本実施形態では、上側ケース部材32とヨーク部材34）の材質は、ステンレス（SUS）材などの硬度の高い金属材料や、球体37から受ける遠心力によっても変形しないポリカーボネイトなどの硬度の高い樹脂材料などの硬質材料で構成されている。具体的には、上ケース部材32は例えばポリカーボネイトで構成され、下ケース部材としてのヨーク部材34は磁性材料の例えばステンレス（SUS）材で構成されている。

【0047】さらに、中空路36は、図9に示すように、複数の球体37が互いに磁化してくっ付いている状態を解除するために、円環内周側内壁面36bの平面形状を正4角形状（正方形）とすることで、回転が停止するときに、ヨーク部材34の上面の傾斜によって中空路36の内側に集まってきた複数の球体37を正4角形状の角部で離間させるようにしている。

【0048】つまり、複数の球体37が磁化すると、次々に隣接する球体37を吸引吸着するため、球体37は一列に繋がり、隣接する球体37同士の転がり摩擦力が逆向きに働くために、各球体37は正常に転がり運動ができず、一体の物体として滑り運動をせざるを得なくなると、球体37のバランス移動は困難な状態となる。したがって、相互に磁気吸着した各球体37の状態を、回転停止時に一旦、解除することがバランス性能の悪化状態を回復する上で効果的である。これを実現するために、円環内周側内壁面36bの周方向に凹凸形状（角部）を設け、凹凸形状（角部）によって、回転停止時に内側に移動してきた各球体37に吸着離反効果を与えるようにしている。

【0049】上記構成により、所定回転数を超えると、複数の球体37は、遠心力によって中空路36の隙間38内に嵌まり込む。これによって、複数の球体37は中空路36内の上下の内壁面には接触せず、隙間38の上下開口角部の2点で接触する。この状態で、複数の球体37のバランス方向への移動する。これによって、重量の不均一性（重心の偏り）が相殺されてバランス補正される。

【0050】以上のように、本実施形態2によれば、上記実施形態1の効果に加えて、回転が停止しているとき

に、中空路36内において回転中心側に集まってきた複数の球体37の磁化によるくっつきを内壁角部で散らばらせるようにしたため、複数の球体37の状態を常にイニシャライズでき、従来、中空路36内の複数の球体37が相互にくっついてしまう性能劣化現象を来すと、回転停止時にも、そのままの状態が保持されて性能劣化を回復できなかった欠点を解消することができる。

【0051】また、上記実施形態1の溝20に代えて、隙間38を用いているため、数mm幅の溝20を内壁面に形成する上記実施形態1に比べて、隙間38を構成する各部材部分が外側に出ている分、加工寸法精度が出しやすく、その検査も容易なものとするができる。また、下側に当接部を有する上ケース部材32と、上側に当接部を有する下ケース部材を構成するヨーク部材34の上面とを上下に対向させて、その間にオートバランスを構成しているため、バランス構造が簡単で低コスト化が図られる。

【0052】さらに、オートバランスの性能不良現象の一つに自動振動の発生（フラフープ現象）があり、これは、移動路内部を粘性のある液体で満たし、ダンピングを与えることで回避できるが、本実施形態2では、液体を内封する代わりに隙間38（スリット）を設け、隙間38（スリット）によって、中空路36内と外部とが隙間38を通して空気流通するようにしたので、外部にある空気（気体）を利用して、球体37に空気ダンピング（減衰）力を作用させることにより、球体37の自動振動の発生を防止できて、より安定な回転が得られるようにしている。また、隙間38により、各球体37の間に外部から空気が流れ込むことによって、集まってきた球体37を分散（離反）させやすいことから、適正バランス位置に球体37を移動させやすくすることができる。このため、バランス精度が向上する。

【0053】さらに、円環内周側内壁面36bの平面形状を正4角形状など内壁面の凹凸（角部）により、球体37が、より早くモータ回転と同期して回るようになる。

【0054】なお、本実施形態2では、円環内周側内壁面36bの平面形状を正4角形状としたが、これに限らず、図10の円環内周側内壁面36Aのようにその平面外周形状を正3角形状としたり、図10の円環内周側内壁面36Bのようにその平面外周形状を正6角形状とするなど正多角形状（回転中心に重心が一致する）としたり、図10の円環内周側内壁面36Cのようにその平面外周形状を星形状（放射形状に含む）としたりして、回転停止時に、中空路36の内側に複数の球体37を離反させるようにしてもよい。さらに、図10の円環内周側内壁面36Dのように放射状に仕切突起を入れて、回転停止時に、中空路36の内側に複数の球体37を集めて放射状仕切突起先端部で離反させて散らばらせるようにしてもよい。

【0055】また、本実施形態2では、移動路内の円環内周側内壁面36bの平面外周形状を多角形状とし、球体37がその周囲をバランス移動するようにしたが、これに限らず、円環内周側内壁面の平面外周形状を例えば正4角形状とし、円環状に連設される4つの移動路室に隣同士が狭い空間（球体37が通過できない程度の隙間）を介して連通するように分離させてもよい。この場合に、複数の球体37は各移動路室毎に分離されている。これによって、磁気による吸着する連なった球体37の数を軽減させることが可能となる。

【0056】さらに、本実施形態2では、ヨーク部材34の上面が中空路36内の円環外周側から中央側に向けて下方に傾斜した構成とすることにより、回転停止時に、中空路36の内側に複数の球体37を集めて正4角形状の内周壁の角部で離反させるようにしてしたが、これに限らず、ヨーク部材34の中央側に磁石を配設し、回転停止時に、中空路36の内側に複数の球体37を磁気吸引力で集めるようにしてもよい。

【0057】さらに、本実施形態1では、球体18と点接触する溝20の各角部20a、20bが全周に亘って平行に連続形成されるようにし、本実施形態2では、球体37と点接触する隙間38の各角部38a、38bが全周に亘って平行に連続形成されるようにしたが、これに限らず、球体と点接触する軌条部材（レール部材）の各角部が全周に亘って平行に連続形成されるようにしてもよい。この軌条部材は例えば金属製ワイヤなどで構成してもよい。

【0058】

【発明の効果】以上のように請求項1、2によれば、回転時に、球体は下側の内壁面に接することなく、環状外周側の内壁面に形成された当接部に沿って周方向に移動するため、球体は当接部角の2点のみで接触して回転し、従来のような球体の回転による下面との滑り摩擦は発生せず、全体として球体の移動に伴う摩擦抵抗を低減させることができる。よって、球体のバランス方向への移動がスムーズになって、バランス補正精度が向上し、ディスク駆動装置の回転体やディスク自体の振動が軽減されて、より高精度のデータの書き込みや読み出しを実行できる。また、少なくとも各角部が球体と点接触可能な硬質材料で構成されているため、従来の柔らかい制振材と球体とが面接触の場合に比べて摩擦抵抗が少なく、球体のバランス移動がスムーズで、バランス性能をより向上できる。さらに、当接部の各角部に球体が嵌まり込んで位置決めされた状態でバランス移動するため、従来のように傾斜面によって球体のバランス移動が不安定にならず、バランス性能を向上させることができる。

【0059】また、請求項3によれば、角部間が回転径方向外側に貫通していれば、中空路内外が開口を通して空気流通があるため、外部にある空気（気体）を利用して、球体に空気ダンピング（減衰）力を作用させること

ができて、球体の自動振動の発生を防止でき、より安定な回転を得ることができる。また、回転時に発生する開口を通した空気流で、集まってきた球体が離反しやすいことから、適正バランス位置に球体を容易に移動させることができる。

【0060】また、請求項4、5によれば、回転停止時には、複数の球体は傾斜底面によって環状内周側の内壁面側に移動するが、このとき、複数の球体が互いに磁気吸着していても内壁面角部で、球体の磁気吸着を解除（離反）させてイニシャライズさせることができる。

【0061】さらに、請求項6によれば、バランス性能をより向上させた本発明の回転バランス修正装置をディスク駆動装置に適用でき、回転時のディスク駆動装置およびディスク自体の振動を軽減させることができる。

【0062】さらに、請求項7によれば、上側ケース部材に下側ケース部材を取り付けるときに、回転バランス修正装置の組み立てができると共に、各部材が上下に分かれている分、加工が容易であるため、本発明の回転バランス修正装置がディスク駆動装置に容易に適用させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1を示す回転バランス修正装置を組み込んだディスク駆動装置の縦断面図である。

【図2】図1のバランス構成を示す拡大縦断面図である。

【図3】溝寸法の試算を説明するための図である。

【図4】図1の溝における他の例の縦断面構成を示す模式図である。

【図5】図1の溝におけるさらに他の例の縦断面構成を示す模式図である。

【図6】図1の溝におけるさらに他の例の縦断面構成を示す模式図である。

【図7】本発明の実施形態2における回転バランス修正

装置を設けたロータハブの構成を模式的に示す縦断面図である。

【図8】図7の球体の隙間への接触状態を示す拡大図である。

【図9】図7のXX線横断面図である。

【図10】図7の環状中空路内周側の内壁面横断面構成の他の例を示す模式図である。

【図11】従来の回転バランス修正装置における移動路一部の透視状態を示す模式図である。

【図12】従来の別の回転バランス修正装置における移動路の一部縦断面構成を示す模式図である。

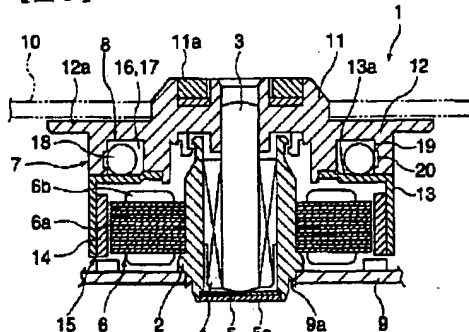
【図13】図12の移動路の面加工状態を示す模式図である。

【図14】図12の移動路の上側面に球体が衝突した状態を示す模式図である。

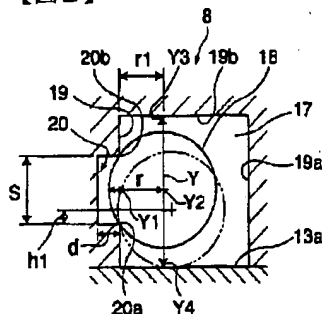
【符号の説明】

- 1, 35 ディスク駆動装置
- 7, 31 ロータハブ
- 8 回転バランス修正装置
- 10 ディスク
- 12, 32 上側ケース部材
- 13, 34 ヨーク部材（下側ケース部材）
- 13a 下側内壁面（底面）
- 17, 36 中空路
- 18, 37 球体
- 19 円環外周側内壁面
- 19a, 36b, 36A, 36B, 36C, 36D 円環内周側内壁面
- 19b 上側内壁面
- 20, 20b~20d 溝
- 20a, 20b, 38a, 38b 角部
- 33 円環状凸部
- 38 隙間

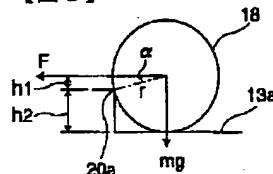
【図1】



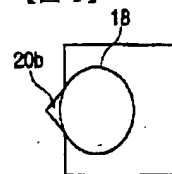
【図2】



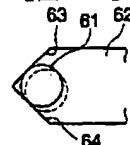
【図3】



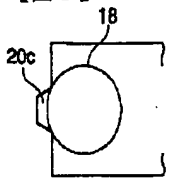
【図4】



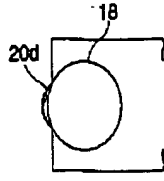
【図14】



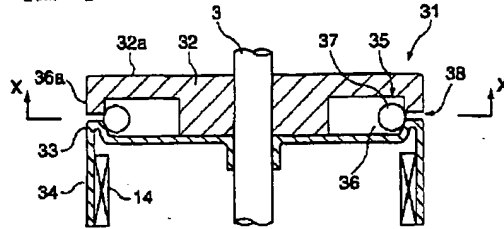
【図5】



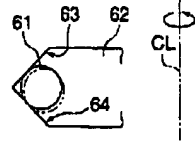
【図6】



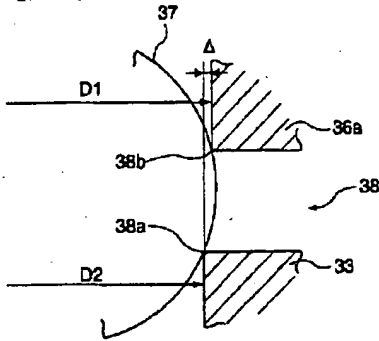
【図7】



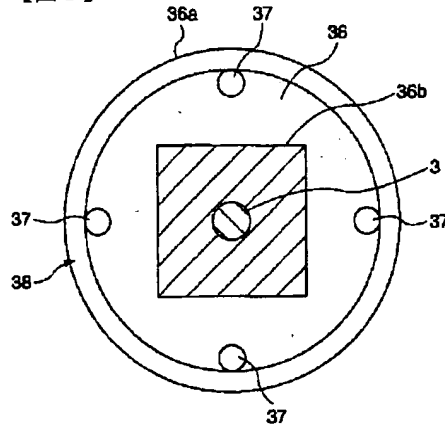
【図12】



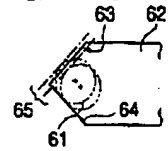
【図8】



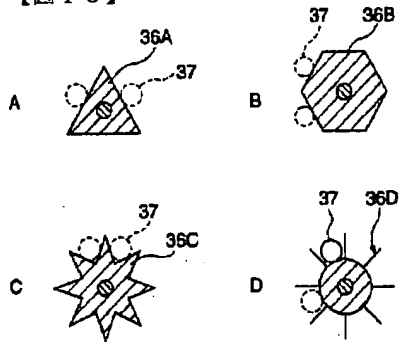
【図9】



【図13】



【図10】



【図11】

